جغرافیا و مخاطرات محیطی، شمارهٔ سی و هفتم، بهار ۱۴۰۰

صص ۸۰- ۶۵

: https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.67029.0

مقاله پژوهشی

پهنه‌بندی مناطق مستعد خطر زمین‌لغزش در محدودهٔ سدّ شهید عباسپور

اکبر مجد باوی- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

مهدی مومی پور[۱]- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱/۴

چکیده

زمین‌لغزش، یکی از مهم‌ترین حرکات دامنه‌ای است. ازجمله مناطق زمین‌لغزش، محدوده اطراف سد و دریاچه آن است که خسارات زیادی را در سدها ایجاد می‌کند. هدف از این پژوهش شناسایی مناطق مستعد ایجاد زمین‌لغزش در محدودهٔ سد شهید عباسپور است. این پژوهش با استفاده از دو روش حائری-سمیعی و تحلیل سلسله مراتبی انجام گردید. براین اساس هفت عامل سنگ‌شناسی، زاویه شیب، طول گسل، طول راه و رودخانه، عامل بارندگی، شدت بارندگی و زمین‌لرزه موردبررسی قرار گرفت. در مدل حائری-سمیعی این هفت عامل بررسی شده و وزن به دست آمده هر یک از آن‌ها در معادله کلی قرار گرفته و در محیط GIS به نقشه پهنه‌بندی تبدیل شده و مناطق مستعد در محدوده شناسایی می‌شود. در روش تحلیل سلسله مراتبی، براساس مقایسات زوجی بین هفت عامل ذکرشده، پس از بررسی نظر کارشناسان وزن هریک از عوامل به دست آمده و در نرم‌افزار Expert Choice، مقایسه زوجی انجام شده و وزن نهایی به دست می‌آید. پس از بررسی‌های به عمل آمده در دو روش، بیشترین مناطق حساس به لغزش در آبرفت‌های جوان کواترنری است و عامل سنگ‌شناسی مهم‌ترین عامل در محدوده است. به‌طورکلی مناطق با خطر زیاد در محدوده جنوب غربی سد و بخش کوچکی در شمال است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لغزش، سد شهید عباسپور، مدل حائری-سمیعی، مدل تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌بندی.

---

۱ نویسنده مسئول ۰۹۱۶۶۰۶۷۰۷۶ Email: mumipur@kmsu.ac.ir

۱- مقدمه

زمین‌لغزش یکی از مهم‌ترین حرکات دامنه‌ای است. زمین‌لغزش عبارت است از کشش بخشی از زمین به‌صورت توده‌ای بر روی شیب، که منجر به جداسازی توده و حرکت بخشی از زمین می‌شود (لی[1] و همکاران، ۲۰۱۹). این پدیده شامل حرکت خاک، سنگ و مواد طبیعی زمین تحت تأثیر یک نیرو و عامل خاص به سمت پایین دامنه است که باعث ایجاد شکل خاص در روی زمین می‌گردد (هایلند[2] و بابروفسکی، ۲۰۰۸). مهم‌ترین عوامل ایجاد زمین‌لغزش عبارت‌اند از: درجه شیب، جهت شیب، طول شیب، کاربری اراضی، بارندگی، زمین‌شناسی، فاصله از عارضه‌های خطی و غیره (سرکوبی فریدنی، ۱۳۹۵). براساس مطالعات انجام شده به‌وسیله شبکه زمین‌شناسی اروپا، زمین‌لغزش‌ها ۱۷٪ از خطرات طبیعی جهان را به خود اختصاص داده است (کوهرست[3] و همکاران، ۲۰۱۵). ازجمله مناطق مستعد زمین‌لغزش محدوده اطراف سد و دریاچه‌های مصنوعی سدها است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای ژئومورفولوژیک احداث سدها و بوجودآمدن دریاچه‌ها در پشت آن، فعال شدن زمین‌لغزش‌هاست (حسین زاده و همکاران،۱۳۹٤). پس از ایجاد زمین‌لغزش‌ها در محدودهٔ دریاچه‌های سدها، رسوبات حاصل از آن وارد دریاچه سد شده و توان ذخیره‌سازی سد را کاهش می‌دهد. این موضوع و پرشدن مخزن سد از رسوبات تخریبی اهمیت فراوانی دارد (نیاسری و همکاران،۱۳۸۳). با شناسایی مناطق حساس به زمین‌لغزش، برنامه‌ریزی پروژه‌های توسعه آینده امکان‌پذیر خواهد بود. ازاین‌رو برای مدیریت خطرات و فاجعه ناشی از زمین‌لغزش، باید این مکان‌ها شناسایی و برای کاهش آن برنامه‌ریزی مناسب انجام داد (چاولا[4] و همکاران،۲۰۱۸). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، احتمال وقوع زمین‌لغزش‌ها را در یک مکان با یک دوره برگشت برآورد می‌کند (وان وستن[5] و همکاران،۲۰۰٦). در چندین سال گذشته، مطالعات زیادی در مورد زمین‌لغزش صورت گرفته است که پژوهشگران زیادی با به کارگیری روش‌های گوناگون به بررسی زمین‌لغزش اقدام نموده‌اند (پرادهان[6]،۲۰۱۳). نخستین مطالعات در زمینهٔ پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، در کشورهای ایتالیا، فرانسه و بعد از آن در اسپانیا، استرالیا، آمریکا و چکسلواکی انجام شد (صمدزاده، ۱۳۹۰). آنبالاگان[7](۱۹۹۲) زمین‌لغزش در منطقه کوهستانی هیمالیا را مورد ارزیابی قرار داد و مدلی را برای بررسی زمین‌لغزش براساس پنج عامل، فرسایش‌پذیری، نفوذپذیری، ساختار سنگ‌شناسی، درجه شیب و کاربری اراضی و پوشش گیاهی ارائه داد. ژو[8] و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از روش فاکتورهای عامل در جزیره لانتوآی

1 Li
2 Highland and Babrowsky
3 Koehorst
4 Chawla
5 Vanwesten
6 Pradhan
7 Anbalagan
8 Zhou

هنگ‌کنگ به بررسی زمین‌لغزش پرداخته و به این نتیجه رسیدند که بیشتر لغزش‌ها در شیب‌های ٤٠–٢٥ درجه و نزدیک گسل روی می‌دهد. کماک[1] (٢٠٠٦) با استفاده از مدل AHP و روش چند متغیره، زمین‌لغزش را در کشور اسلونی پهنه‌بندی نمود و عامل اصلی آن را توزیع جاده دانسته است. کلاسنس[2] و همکاران (٢٠٠٧) با استفاده از مدل LAPSUS-LS زمین‌لغزش‌های منطقه کوه الگون واقع در کشور اوگاندا را موردبررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که شیب کند، جنس خاک، بارندگی‌های شدید و فعالیت‌های انسانی باعث بسیاری از لغزش‌ها در این ناحیه است. یالکین[3] و همکاران (٢٠١١) با استفاده از مدل شاخص لغزه، فاکتور وزنی، رگرسیون لجستیک و AHP نقشه خطر زمین‌لغزش در ترابوزان ترکیه را ترسیم کردند و عامل شیب، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و زمین‌شناسی را عوامل مهم لغزش در این ناحیه می‌دانند. اکسی[4] و همکاران (٢٠١٢) با بهره‌گیری از منطق فازی به ارزیابی خطر زمین‌لغزش در غرب دریای سیاه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که منطق فازی روش مناسبی برای پهنه‌بندی زمین‌لغزش است. هررا[5] و همکاران (٢٠١٧) نیز زمین‌لغزش را در برخی مناطق اروپا و تأثیرات اجتماعی و اقتصادی آن را مطالعه و با استفاده از روش ارزیابی چندمتغیره فضایی و نقشه‌های زمین‌شناسی و GIS و RS به تهیه نقشه زمین‌لغزش در اروپا پرداخته‌اند و این روش را بسیار مناسب، جهت ارزیابی و پهنه‌بندی زمین‌لغزش در این مناطق معرفی می‌کنند. وانگ[6] و همکاران (٢٠١٧) با بررسی عوامل ایجاد زمین‌لغزش، تأثیرات و عملکرد آن را بر روی سدها و نواحی کوهستانی و رسوب‌گذاری در سد و ترک‌خوردگی تدریجی سدها در کشور چین با استفاده از روش InSAR پرداختند. بروکس[7] و همکاران (٢٠١٨) با استفاده از مدل رگرسیون به بررسی زمین‌لغزش در برخی مناطق آفریقا پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که بارندگی‌های شدید عامل اصلی زمین‌لغزش در مناطق است. پالوک[8] و همکاران (٢٠١٩) با استفاده از روش چند منظوره مخروطی، به بررسی زمین‌لغزش در برخی از مناطق کشور لبنان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که علت اصلی زمین‌لغزش در این مناطق، شیب و جهت شیب است. ما[9] و همکاران (٢٠١٩) با استفاده از مدل MASW زمین‌لغزش در مناطق از کشور ژاپن را ارزیابی کردند و عامل زمین‌شناسی و شیب زمین را مهم‌ترین عامل زمین‌لغزش در این منطقه دانسته‌اند. حسنی و همکاران (١٣٩٢) به پهنه‌بندی زمین‌لغزش در مسیر راه‌آهن لرستان با استفاده از روش مورا و وارسون و AHP اقدام کرده و شیب و طول گسل و طول راه و رودخانه را مهم‌ترین عوامل لغزش در این منطقه می‌دانند. عابدینی و همکاران (١٣٩٦) به پهنه‌بندی خطر وقوع

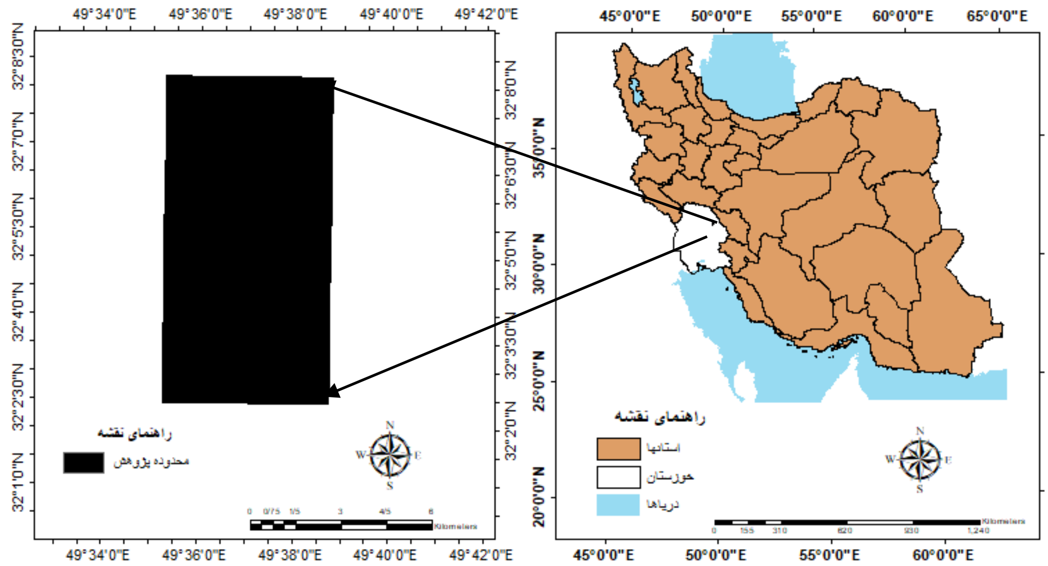
1 Komac
2 Classens
3 Yalcin
4 Aksoy
5 Herrera
6 Wang
7 Broeckx
8 Pollveck
9 Maa

زمین‌لغزش با روش فازی در استان تهران پرداخته‌اند. بعد از بررسی‌های متعدد مشخص شد که تنها ۱۳/۷۵ درصد از این استان دارای استعداد و خطر زمین‌لغزش بالا و زیاد است. مکرم و همکاران (۱۳۹۷) خطر زمین‌لغزش و ارتباط آن با نوع لندفرم ها را با استفاده از روش AHP در محیط GIS مطالعه کرده و سپس نقشه پهنه‌بندی در شرق کرمان را ترسیم کردند. ایلانلو و مقیمی (۱۳۹۸) با استفاده از روش فازی به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبریز سیرا پرداخته و به این نتیجه دست یافتند که شیب دامنه‌ها، سنگ‌شناسی، فاصله از گسل، میزان بارش سالانه و عامل راه و رودخانه در ایجاد زمین‌لغزش منطقه، تأثیر زیادی دارد. حسین‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی و ارزیابی خطر زمین‌لغزش و پهنه‌بندی و تجزیه‌وتحلیل آن با استفاده از روش منطق فازی در رشته‌کوه باقران در جنوب بیرجند پرداخته‌اند. پس از بررسی پارامترهای مختلف، مشخص گردید که زمین‌لرزه و فاصله از گسل مؤثرترین عوامل در ایجاد زمین‌لغزش در منطقه است. با توجه به موارد گفته شده، هدف این پژوهش شناسایی مناطق مستعد خطر زمین‌لغزش، در محدوده سد شهید عباسپور در استان خوزستان است. این پژوهش، نخستین پژوهش در مورد شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد زمین‌لغزش در محدودهٔ سد شهید عباسپور است. امید است زمینه‌ساز و آغازگر پژوهش‌های بیشتر، در آیندهٔ نزدیک گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ – موقعیت محدوده موردمطالعه

محدوده موردمطالعه، اطراف و محیط پیرامون سد شهید عباسپور، در عرض جغرافیایی ´۳ °۳۲ شمالی تا ´۸ °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ´۳۷ °۴۹ شرقی تا ´۳۹ °۴۹ شرقی در شمال شرقی استان خوزستان قرار دارد. این محدوده از سمت شمال با الگی و از سمت جنوب به اسلام‌آباد، سمت جنوب شرق به شهرستان ایذه، جنوب غربی به شهرستان مسجدسلیمان و از مشرق به کوه سفید مافارون و از مغرب به شهرستان اندیکا منتهی می‌شود. مساحت محدوده موردمطالعه در حدود ۶۰ کیلومترمربع است.



شکل ۱- موقعیت محدوده موردمطالعه

۲-۲ - مواد و روش‌ها

این پـژوهش بـا اسـتفاده از اطلاعـات و گزارش‌هـای ثبـت شـدهٔ سـازمان‌های مختلـف و همچنـین مقالـات و پایان‌نامه‌های مرتبط با زمین‌لغزش تهیه گردیده است. علاوه بر آن از نقشه‌های توپـوگرافی منطقـه در مقیـاس ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه موردمطالعه اسـتفاده شـده است. از نرم‌افزارهـای Arc GIS.10.3، Expert Choice، Google Earth، GPS در پـژوهش بهـره بـرده شـده اسـت. چندین بار از محدوده موردمطالعه بازدید میدانی به عمل آمده است. در ایـن پـژوهش از دو روش حـائری-سـمیعی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است.

مدل حائری-سمیعی برای پهنه‌بندی و بررسی خطر زمین‌لغزش، با امتیازدهی به عوامل مؤثر در ایجـاد زمین‌لغـزش (شامل لیتولوژی، زاویه شیب، عامل بارندگی، شدت بارندگی، طول گسل، طول راه و رودخانه و زمین‌لرزه) منطقـه بـه ۷ طبقه خطر تقسیم می‌شود. معادله محاسبه خطر ناپایداری دامنه در این مدل به‌صورت زیـر اسـت (حـائری-سـمیعی، ۱۳۷٦):

HLS=(LPL)(CIPI)(CFPF)(CRPR)(CHPH)(CPPP+CETE)

که در آن:HLS : عدد میزان خطر ناپایداری دامنه، PL: لیتولوژی، PI: زاویه شیب، PF: طـول گسـل، PR: عامـل راه و رودخانه، PH: عامل بارندگی، TP: شدت بارندگی و TE: عامل زمین‌لرزه است.

در روش حائری–سمیعی جنس سنگ‌ها از لحاظ مقاومت در برابر لغزش به ۱۰ رده طبقه‌بندی شده است. مقاوم‌ترین سنگ‌ها در رده یک و ضعیف‌ترین آن‌ها در رده ده جای می‌گیرد. یکی دیگر از عوامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری–سمیعی، زاویه شیب است که با توجه به جدول ۱ امتیاز دهی می‌گردد.

جدول ۱- تأثیر زاویه شیب در افزایش ناپایداری دامنه (حائری–سمیعی، ۱۳۷٦)

اندازه زاویه شیب	<۵	٦–۱۵	۱٦–۲۵	۲٦–۳۵	۳٦–۴۵	>۴۵
تأثیر در ناپایداری دامنه‌ها	بدون تأثیر	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
ضریب P_I	۰	۱	۲	۳	٤	۵

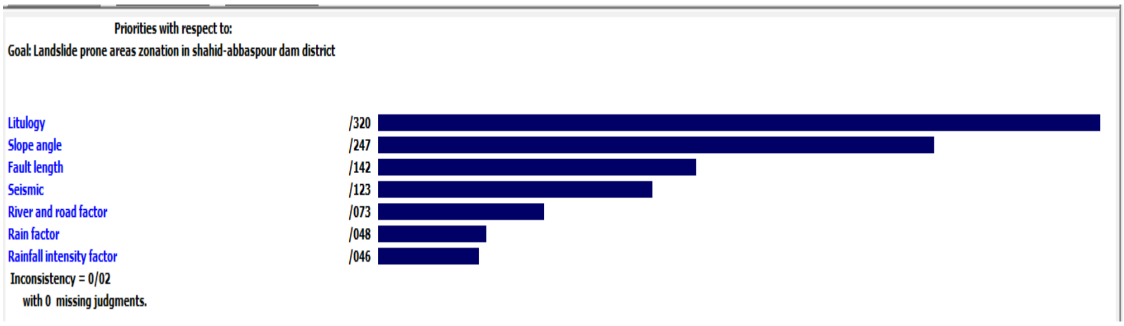
سومین عامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری–سمیعی، طول گسل است. در این مدل طول گسل‌های موجود با استفاده از واحدهای شبکه‌ای و سلولی در نظر گرفته شده است. برای سلول بندی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ محدوده به‌صورت سلول‌های ۵۰۰*۵۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از نقشه زمین‌شناسی محدوده، طول گسل در هر واحد شبکه محاسبه و امتیاز دهی می‌شود. عامل مؤثر دیگر طول راه و رودخانه است که مانند طول گسل، محاسبه و امتیاز آن تعیین می‌گردد. پنجمین عامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری–سمیعی بارندگی است. در این روش میانگین بارندگی ماهیانه در مدت‌زمانی معین محاسبه و سپس میزان انباشتگی میانگین بارندگی ماهانه مؤثر در زمین‌لغزش به دست می‌آید. ششمین عامل شدت بارندگی است که برای محاسبه امتیاز آن حداکثر بارندگی ۲٤ ساعته با دوره بازگشت صدساله محاسبه و امتیاز دهی می‌شود. هفتمین عامل مؤثر در ایجاد لغزش براساس مدل حائری–سمیعی زمین‌لرزه است. برای بررسی تأثیر زمین‌لرزه در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، از نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ (طرح کالبدی ملی ایران) استفاده شده است. با استفاده از این نقشه امتیاز مربوط به این عامل تعیین می‌شود. درنهایت امتیازهای مربوط به عوامل در هر سلول از لایه‌های اطلاعاتی یا نقشه‌های موضوعی فاکتورها استخراج و در فرمول کلی قرار داده می‌شود تا عدد خطر نسبی ناپایداری محاسبه گردد. با استفاده از اعداد به دست آمده و جدول ۲ کلاس خطر نسبی ناپایداری تعیین می‌شود و سپس نقشه پهنه‌بندی محدوده موردمطالعه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه گردید.

جدول ۲- طبقه‌بندی پتانسیل خطر نسبی زمین‌لغزش مشتق شده از معادله کلی مدل (حائری–سمیعی، ۱۳۷٦)

اعداد به دست آمده از معادله	۰	۱–۳۰	۳۱–۱۲۰	۱۲۱–۴۸۰	۴۸۱–۱۷۵۰	۱۷۵۱–۷۵۰۰	>۷۵۰۰
طبقه	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷
میزان خطر	بدون خطر	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	فوق‌العاده زیاد

۲-۳- مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

مدل تحلیل سلسله مراتبی یک روش کمی-کیفی شامل یک ماتریس وزن دهی بر مبنای مقایسات زوجی بین عوامل مؤثر است. این روش بر مبنای نظریات کارشناسی بنا شده است. برای این منظور ابتدا هفت عامل مؤثر در زمین‌لغزش براساس مدل حائری-سمیعی تعیین و سپس پرسشنامه‌ای براساس آن‌ها تهیه و برای کارشناسان ارسال می‌گردد. کارشناسان نیز به‌صورت زوجی عوامل را دو به دو مقایسه و یکی از وزن‌ها را انتخاب می‌کند. برای اطمینان از اینکه وزن‌ها با دقت و با توجه به شرایط منطقه داده شده‌اند، ضریب ناسازگاری محاسبه می‌شود که بیانگر دقت وزن دهی است. برای تلفیق وزن‌های داده شده از سوی کارشناسان، از وزن‌های داده شده مد (بیشترین عدد تکرار) یا میانگین هندسی گرفته می‌شود و وزن نهایی به دست می‌آید. این ماتریس درنهایت به نرم‌افزار Expert Choice وارد و در آنجا وزن نهایی برای هر عامل محاسبه می‌شود. این نرم‌افزار همچنین ضریب ناسازگاری را محاسبه می‌کند که اگر کمتر از ۰/۱ باشد قابل قبول بوده و در غیر این صورت، دوباره مقایسه انجام می‌شود. (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱).



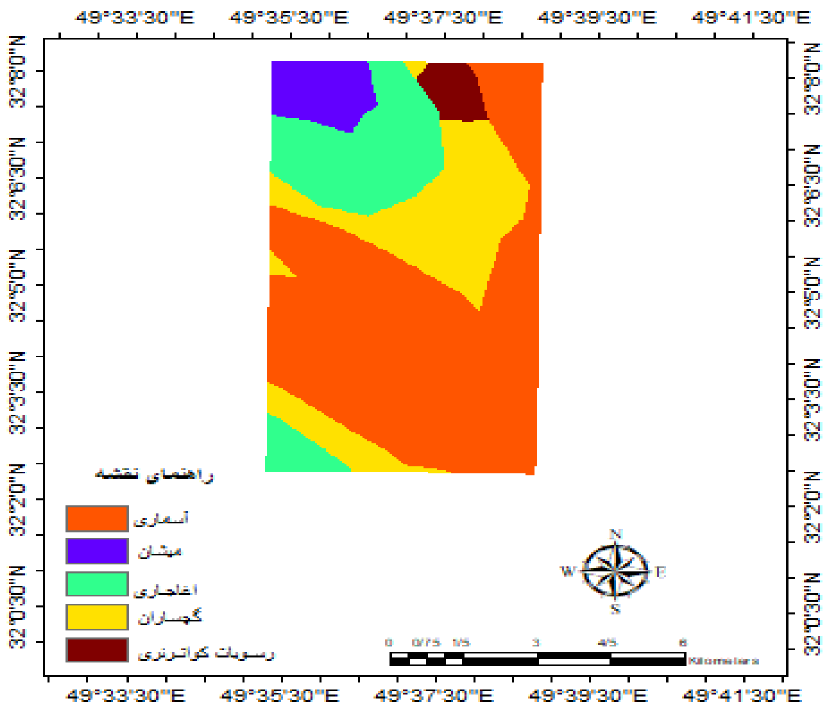
شکل ۲ - وزن نسبی معیارها در نرم‌افزار Expert Choice

۳- نتایج و بحث

با استفاده از روش حائری-سمیعی و مدل AHP، ۷ پارامتر لیتولوژی، زاویه شیب، طول گسل، عامل راه و رودخانه، عامل بارندگی، شدت بارندگی و زمین‌لرزه موردبررسی قرار گرفته و نتایج و خروجی‌های زیر به دست آمد و سپس نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش محدوده تهیه گردید.

۳-۱ - لیتولوژی

شکل ۳ سازندها و سنگ‌شناسی منطقه را نشان می‌دهد.



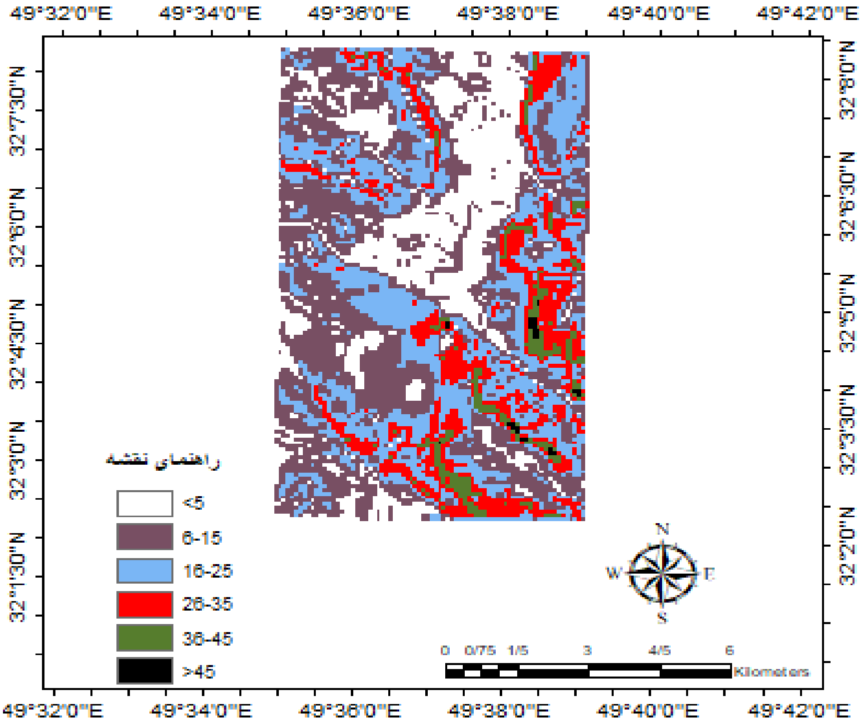
شکل ۳- نقشه لیتولوژی محدوده موردمطالعه

۳-۲- زاویه شیب

بیشترین شیب منطقه موردمطالعه، بین زوایای ۵ تا ۲۵ درجه است. شکل ٤ و جـدول ۳ زوایـای شـیب و امتیـاز و وزن مربوط در دو روش حائری-سمیعی و AHP را نشان می‌دهد.

جدول ۳-طبقات شیب در محدوده سد و وزن آن‌ها براساس روش‌های استفاده شده (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱)

طبقات شیب	وزن طبقه در مدل حائری-سمیعی	تأثیر	وزن طبقه در مدل AHP
۰-۵	۰	بدون تأثیر	۹۸٪
۵-۱۵	۱	خیلی کم	۱٤۳٪
۱٦-۲۵	۲	کم	۱۲٤٪
۲٦-۳۵	۳	متوسط	۱۵۹٪
۳٦-٤۵	٤	زیاد	۲٤۰٪
>٤۵	۵	خیلی زیاد	۲۳۷٪



شکل ٤- نقشه زاویه شیب محدوده موردمطالعه

۳-۳ – طول گسل

محدوده موردمطالعه دارای دو گسل است که یک گسل اصلی و گسل دیگر فرعی است. گسل‌ها در جنوب غربی منطقه واقع شده است. شکل ۵ و جدول ٤ و ۵ مشخصات گسل‌ها و امتیازات و وزن‌های آن‌ها را نشان می‌دهد.

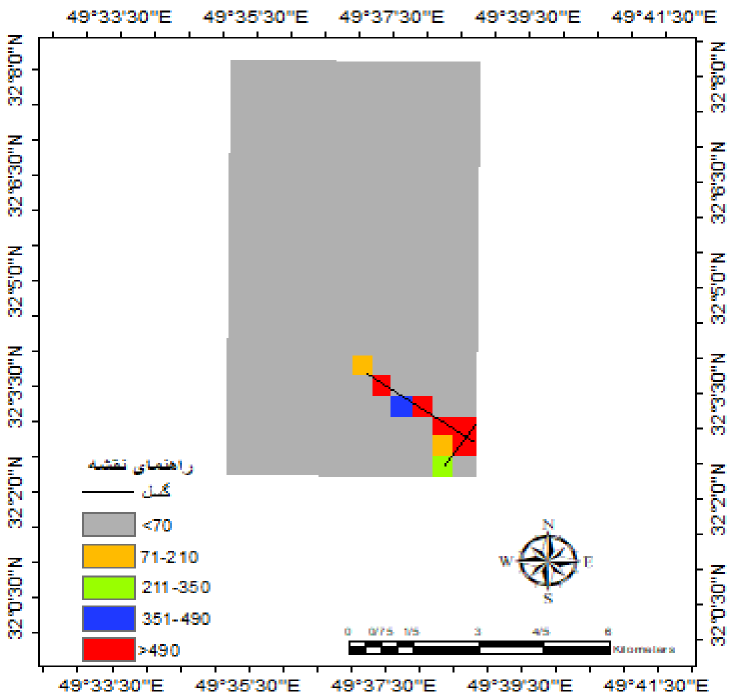
جدول ٤- مشخصات گسل‌های محدوده موردمطالعه (سازمان زمین‌شناسی کشور)

نوع گسل	طول گسل	موقعیت	ویژگی‌ها
اصلی	km۳/۹	جنوب غربی محدوده	فعال، تراستی و رورانده
فرعی	km۱/۳۱	جنوب غربی محدوده	غیرفعال

جدول ۵- تأثیر طول گسل در زمین‌لغزش در واحد شبکه با ابعاد ۰/۵ کیلومتر و وزن آن (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱)

طول گسل	وزن براساس مدل حائری-سمیعی		وزن براساس مدل AHP
<۷۰	۱	کم	۰/۱۵۲
۷۱-۲۱۰	۲	نسبتاً کم	۰/۱۹۷

طول گسل	وزن براساس مدل حائری-سمیعی	وزن براساس مدل AHP
۳۵۰-۲۱۱	۳ متوسط	۰/۱۹۷
٤۹۰-۳۵۱	٤ نسبتاً زیاد	۰/۲۲۷
>۴۹۰	۵ زیاد	۰/۲۲۷



شکل ۵ – نقشه طول گسل محدوده موردمطالعه

۳-٤ – طول راه و رودخانه

جدول ٦ مشخصات و وزن‌های طول راه و رودخانه را نشان می‌دهد.

جدول ٦- تأثیر طول رودخانه و راه در زمین‌لغزش در هر واحد شبکه با ابعاد ۰/۵ کیلومتر (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱)

طول رودخانه و راه هر واحد شبکه (متر)	میزان تأثیر در زمین‌لغزش	وزن حائری-سمیعی	وزن AHP
<۱٤۰	کم	۱	۰/۸٤
٤۲۰-۱٤۱	نسبتاً کم	۲	۰/۱۰۹
۷۰۰-٤۲۱	متوسط	۳	۰/۱۹۳
۹۸۰-۷۰۱	نسبتاً زیاد	٤	۰/۲٦۹
>۹۸۰	زیاد	۵	۰/۳٤٤

۳-۵ – عامل بارندگی

براساس داده‌های بارش ماهیانه منطقه موردمطالعه و با توجه به ضرایب بارندگی جهت تعیین وزن امتیاز عامل بارندگی محاسبه گردید. این عامل با جمع ضرایب مربوط به بارندگی هرماه و به دست آوردن مقدار تجمعی آن‌ها و با توجه به میزان تأثیر بارندگی ماهانه در ایجاد زمین‌لغزش به دست آمد. به دلیل بارش بسیار اندک در محدودهٔ موردمطالعه، این عامل، تأثیری در ایجاد لغزش در منطقهٔ مورد پژوهش ندارد.

۳-٦ – شدت بارندگی

حداکثر بارندگی ٢٤ ساعته محدوده را با دوره بازگشت‌های مختلف و میزان تأثیر شدت بارندگی برای مقدارهای مختلف حداکثر بارش ٢٤ ساعته منطقه با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به همراه ضرایب آن‌ها محاسبه و مشخص شد حداکثر بارش ٢٤ ساعته در محدوده سد شهید عباسپور با بازگشت ۱۰۰ ساله، ۱۰۸/۵ است. این عامل به مانند عامل بارندگی، تأثیری در ایجاد لغزش در محدودهٔ موردمطالعه ندارد.

۳-۷ – زمین‌لرزه

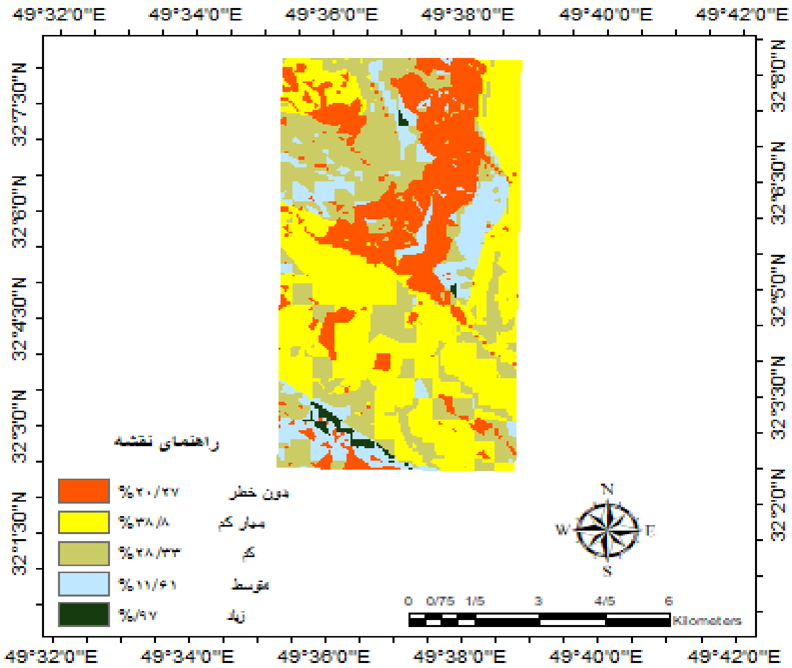
با استفاده از نقشه طرح کالبدی ملی ایران و جدول ٢٤ امتیاز مربوط به این عامل تعیین می‌شود که براساس نقشه کالبدی ملی ایران، محدوده موردمطالعه دارای خطر نسبی بالا است.

۳-۸ – تهیه نقشه پهنه‌بندی حساسیت زمین‌لغزش با استفاده از روش حائری-سمیعی

جدول ۷ طبقه‌بندی پتانسیل خطر نسبی زمین‌لغزش با استفاده از معادله کلی مدل حائری-سمیعی را نشان می‌دهد و شکل ٦ نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، براساس مدل حائری-سمیعی است.

جدول ۷ – طبقه‌بندی پتانسیل خطر نسبی زمین‌لغزش از معادله کلی مدل حائری-سمیعی

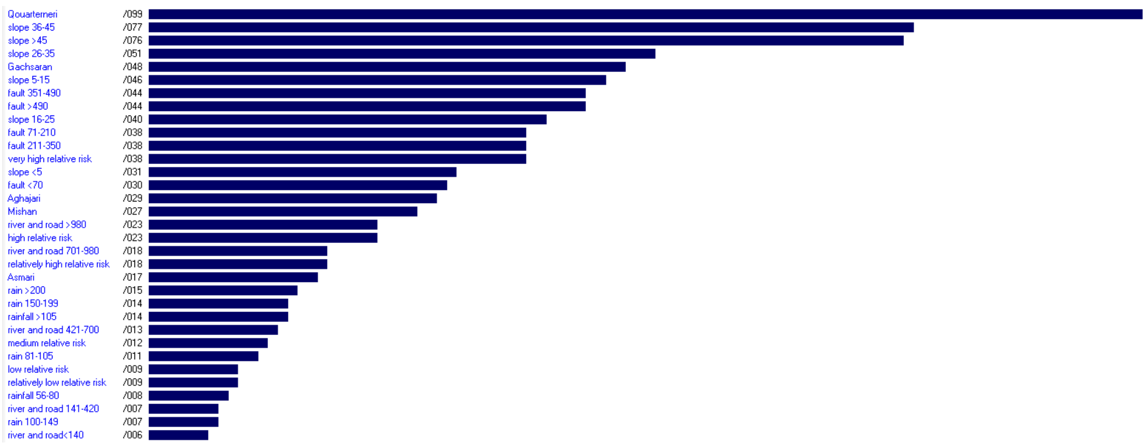
اعداد به دست آمده از معادله	۰	۱-۳۰	۳۱-۱۲۰	۱۲۱-٤٨٠	٤٨١-١٤٠٠
طبقه	۱	۲	۳	٤	۵
میزان خطر	بدون خطر	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد



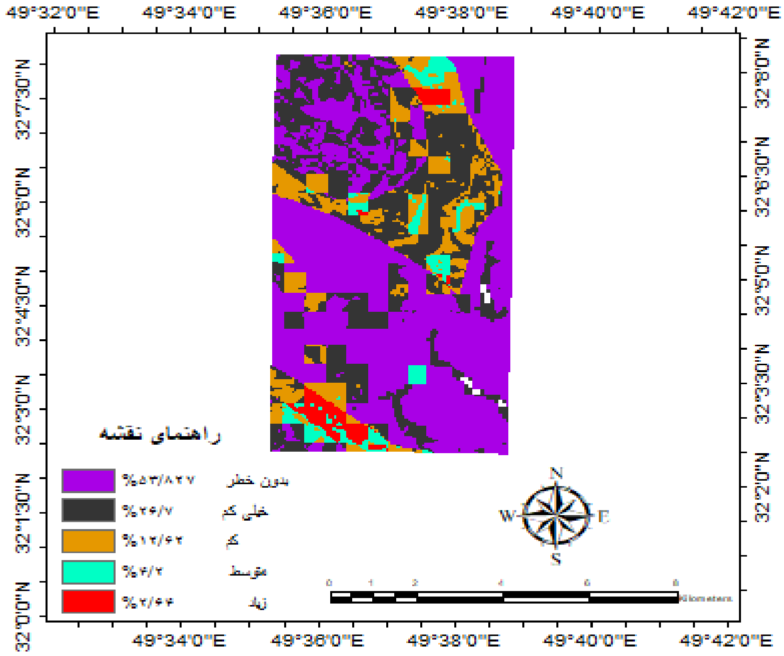
شکل ٦- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش براساس مدل حائری-سمیعی

۳-۹- تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP

برای تهیه نقشه پهنه‌بندی با استفاده از مدل AHP، ابتدا براساس عوامل مؤثر در ایجاد لغزش، پرسشنامه‌ای تهیه و به کارشناسان مجرب که در زمینۀ زمین‌لغزش، پژوهش‌هایی انجام داده بودند، داده شد. پس از امتیاز دهی کارشناسان، با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن نهایی عوامل مؤثر تعیین گردید.



شکل ۷- نمایش گرافیکی وزن نهایی عوامل مؤثر بر خطر زمین‌لغزش با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice



شکل ۸- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل AHP

٤- نتیجه‌گیری

پس از بررسی‌های به عمل آمده و انطباق نقشه‌های عوامل مؤثر، در ایجاد لغزش در مدل حائری-سمیعی، مهم‌ترین عامل زمین‌لغزش سنگ‌شناسی است. آبرفت‌های جوان کواترنری مشتمل بر پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان بیشترین حساسیت در منطقه را برای ایجاد لغزش دارند. همچنین سازند گچساران به دلیل داشتن مارن، منطقه را مستعد ایجاد زمین‌لغزش کرده است؛ اما بیشتر منطقه به دلیل قرار گرفتن بر روی سازند آسماری و آغاجاری چندان مستعد لغزش نیست. از نظر زاویه شیب ٤٥-٣٦ بیشترین استعداد را برای ایجاد زمین‌لغزش دارند. منطقه دارای یک گسل اصلی و یک گسل فرعی است که هر دوی آن در قسمت کوچکی در جنوب غربی محدوده قرار دارند؛ بنابراین جنوب غربی را مستعد لغزش در این ناحیه کرده است. از نظر طول راه و رودخانه بیشترین راه‌ها در قسمت غرب واقع شده است و رودخانه از شمال به جنوب کشیده شده است. عوامل بارندگی و شدت بارندگی نیز به علت مقدار بسیار کم آن تأثیر چندانی در ایجاد لغزش در محدوده ندارد. کل محدوده موردمطالعه از نظر زمین‌لرزه دارای خطر زیاد است که عامل مؤثر در ایجاد لغزش در منطقه است. از نظر مدل حائری-سمیعی ۲۰/۲۷٪ از مساحت منطقه دارای خطر بسیار کم، ۲۸/۳۳٪ خطر زیاد، ۱۱/٦۱٪ دارای خطر متوسط و ۰/۹۷٪ دارای خطر زیاد است. بخش‌های دارای خطر زیاد در جنوب غربی محدوده و بخش بسیار کوچکی در قسمت شمالی قرار دارند.

در مدل AHP نیز مانند مدل حائری–سمیعی بیشترین تأثیر در ایجاد لغزش در منطقه، عامل سنگ‌شناسی بـه دسـت آورده است. آبرفت‌های جوان کواترنری مشتمل بر پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان، بیشترین حساسیت در منطقـه را برای ایجاد لغزش دارند. در مناطقی که این آبرفت‌ها قرار دارند خطر لغزش زیاد است. سازند گچساران نیـز پـس از آبرفت‌های کواترنری، مقاومت بسیار کمی در برابر زمین‌لغزش دارند. از نظر زاویه شـیب نیـز منـاطق واقـع در زوایـای شیب ٤٥–٣٦ مستعد ایجاد لغزش هستند. طول گسل و طول راه و رودخانـه نیـز، ماننـد آنچـه کـه در مـدل حـائری– سمیعی بیان گردیده، است. عوامل بارندگی و شدت بارندگی به علت مقدار بسیار انـدک آن، تـأثیر چنـدانی در لغـزش در منطقه ندارند. در مورد زمین‌لرزه نیز نتایج مانند مدل حائری–سمیعی است. بـه‌طورکلی از نظـر مـدل AHP ۵۳/۸۲۷ ٪ از مساحت محدوده بدون خطر است. ٢٦/٧٪ از مساحت منطقه دارای خطـر خیلـی کـم، ١٢/٦٢٪ خطـر کـم، ٤/٢٪ خطر متوسط و ٢/٦٤٪ از مساحت منطقه دارای خطر زیاد زمین‌لغزش است. بخش‌هـای دارای خطـر زیـاد در جنـوب غربی و بخش بسیار کوچکی در شمال منطقه قرار دارد.

کتابنامه

ایلانلو، مریم و مقیمی، ابراهیم و ثروتی، محمدرضا و قهرودی تال، منیژه؛ ۱۳۹۸، پهنه‌بندی خطـر حرکـات تـوده‌ای بـا استفاده از روش منطق فازی (مطالعه موردی حوضه آبریز سیرا). *نشریه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی. چشم‌انداز جغرافیا*. دوره ۵. شماره ۱۱. صص ٣٤–۱۹.

آقانباتی، سیدعلی؛ ۱۳۸۵. *زمین‌شناسی ایران*. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور. تهران

برزگر، فرح و مالکی، ابراهیم و قرشی، منوچهر و بربریان، مانوکل و معینـی فـر، علـی‌اکبـر و نـادرزاده، احمـد، ١٣٧٦. *پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه*. مجموعه مطالعات طرح کالبدی ملی ایران. مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران

حائری، سیدمحسن و سمیعی، امیرحسین؛ ١٣٧٦. روش جدید پهنه‌بندی مناطق شیبدار در برابـر خطـر زمین‌لغـزش بـا تکیه بر بررسی‌های پهنه‌بندی استان مازندران. *نشریه علوم زمین*. شماره ۲۳ و ٢٤.

حسنی، حسین و قلی نژاد، محمدرضا و تهرانی مقدس، سیاوش؛ ۱۳۹۲. پهنه‌بندی خطـر سـقوط سـنگ در دامنـه‌های مشرف به مسیر خط راه‌آهن لرستان با استفاده از GIS. *نشریه علمی–پژوهشی امیرکبیر*. دوره ٤٥. شـماره ۲. صـص ١٠٤–۹۷.

حسین‌آبادی، مهدی و موسوی، سید مرتضی و ناظمی، محمد؛ ۱۳۹۸. پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه و زمین‌لغزش بـه روش منطق فازی در رشته‌کوه باقران (جنوب بیرجند). *فصلنامه جغرافیا و توسعه*. شماره ۵۵. صص ٤٧–۵۵.

حسین زاده، سیدرضا و قربانی شورستانی، علی و نورمحمدی، علی‌محمد و رضاعارفی، محسن؛ ١٣٩٤. بررسی عوامـل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از GIS و RS(مطالعه موردی سد دولتی). *هیدروژئوموفولوژی*. شماره ٤. صص ٣٨–٢١.

سرکوبی فریدنی، نازیلا؛ ۱۳۹۵. *پهنه‌بندی حساسیت خطر زمین‌لغزش با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه هراز (از امامزاده هاشم تا امامزاده علی)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران و مرکزی. دانشکده ادبیات و علوم تاریخی. گروه جغرافیا

صمدزاده، رسول؛ ۱۳۹٤. ارزیابی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در جاده اردبیل–سرچم. *پژوهش‌های دانش زمین*. سال ششم. شماره ۳۳. صص ۳۳–۱۹.

عابدینی، موسی و یعقوب نژاد اصل، نازیلا؛ ۱۳۹٦. پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در استان تهران با استفاده از مدل فازی. دوره ٦. شماره ۱۱. *نشریه مدیریت بحران*. صص ۱۵۵–۱٤۵

غلامیان، حسین و فناطی رشیدی، رؤیا و سجادی، سیدهادی؛ ۱۳۹٤. مطالعه خاردارن میوسن (سازندمیشان) در برش گهره. شمال بندرعباس استان هرمزگان. *نشریه علوم زمین*. شماره ۹۸. صص ۸۲–۷۳.

مکرم، مرضیه و شایگان، مهران؛ ۱۳۹۷. ارزیابی خطر زمین‌لغزش و ارتباط آن با نوع لندفرم در محیط GIS. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*. سال ششم. شماره ٤. صص ۳۱–۱۷.

نیاسری، مهراد و قبادی، محمد؛ ۱۳۸۳. *نقش تکتونیک در زمین‌لغزش‌ها و ریزش‌های سنگی حوضه آبخیز شلال خوزستان*. هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. شاهرود.

Aksoy, B. Ercanoglu, M., 2012. Landslide identification and classification object based image analysis and fazzy logic: An example from the Azdavay region (Ckastamonu, Turkey), computers and Geosciences, 38. 92-97

Anbalagan, R. Sharma, L. Tyagi, s., 1994. Landslide Road research laboratory report 1039. Transport and hazard zonation (LHZ) Mapping of a part of Doon valley, Garhval Himalaya, India. In: proceedings Aspects Wollongong Australia pp 253-260

Broeckx, J. Vanmaercke, M. Duchateau, R, poesen, j., 2018. A data-based Landslide map of Africa, Journal Earth Science Reviews DOI: 10-1016. Reference: Earth 2623 PII: S0012-3252(17)-30540-4

Chawla, A- Chawla, s- pasupuleti, S-Rao, A- Sarkar, Dwivedi, R., 2018. Landslide susceptibility mapping in Darjeeling Himalayas, India, Hindawi, Article ID 6416492, 17 p.

Classens, L, A. Knapen, M, G. Kitutu, J. poesen and Deckers, J, A., 2007. Modelling Landslide Hazard soil redistribution and sediment yield of Landslide on the Uganda footlopes of Mount Elgon. Geomorphology 4: 23-35

Herrera, g. Mateos, R, M. Garcia, J, C. Grandjean. G. Poyiadji, E. Maflic, R. Filipcius, T, C. Auflic, M, J. Laszlopodolszki, J. Trigila, C. Raetzo, H. and Kocius, A., 2017. Landslide databases in the geological surveys of Europe, Springer 15: 359-379

Highland, L, M. and Bobrowsky, P., 2008. The Landslide handbook: a guide to understanding Landslide, US Geological survey.129 p.

Komac, M., 2006. A Landslide suscepibiliy model using the Analytical Hierarchy process method and multi variate statistic in peralping Slovenia Geomorphology vol. 24 pp 17-28

Li, Y. Ping, M., 2019. A unified Landslide classification system for Loess slopes: a critical review. Geomorphology, vol 340, pp. 67-83.

Maa, J. Yingtao, Ch. He, Q. Shahabi, H. Shirzad, A. Shaojunlid, C. Wei, Ch. Wanga, H. Bian, H., 2019. Landslide spatial modelling using novel bivariate statistical based Noive Baves

Rbf clasifer, and Rbf network machine learning algorithms, science of the total Environment. pp 1-15.

Polleck, W. grant, A. Wartman, J. Abou Jaoude, G., 2019. Multimodal method for Landslide risk analysis. Journal methods x. 827-836.

Pradhan, B., 2013. A comparative study on the predictive ability of decision tree, support vector machine and neuro-Fuzzy models in Landslide susceptibility mapping using GIS computer and Geosciences: 51:350-365

Van westen, C, J. Rengers, N. and Soeters, R., 1993. Geographic Information system Applied to Landslide Hazard zonation mapping awareness and GIS in Europe, vol7 No5

Wang, H. Jianmei, L. Bo, ZH. Zhou, Y. Yoan, Q. Chen, P., 2017. Application of a hybrid model of neural networks and genetic algoritms to evaluate Landslide susceptibility, geoenvivonmental Disasters, 4: 15, Doi: 1786/s 40677-017-00765-y

Yalcin, A. Reis, A, C. Aydinogla, X and Yomraliglu, T., 2011. A GIS-based comparative study of frequency vatio, analytical hirarchy process, bivariate statistics and Logistics regression methods for Landslide susceptibility mapping in trabazon NE Turkey catena 85: 274-287pp

Zhou, CH. Lee, C, F. Li, J. and Xhou, Z,W., 2002. On the spatial relationship between Landslide and causative factors on lantua Island, Hongkong. Geomorphology, 43: 127-207